

51

Int. Cl. 2:

B60 T 15/36

B 60 T 8/18

B 60 T 17/18

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DE 28 01 778 A 1

11

Offenlegungsschrift

28 01 778

21

Aktenzeichen:

P 28 01 778.9

22

Anmeldetag:

17. 1. 78

43

Offenlegungstag:

19. 7. 79

vgl. Webco
Washington

31

Unionspriorität:

32 33 31

54

Bezeichnung:

Elektro-pneumatische Bremse, insbesondere für Schienenfahrzeuge

71

Anmelder:

Knorr-Bremse GmbH, 8000 München

72

Erfinder:

Meinicke, Hans-Peter, Dipl.-Ing., 8035 Gauting

DE 28 01 778 A 1

KNORR - BREMSE GMBH MÜNCHEN

Patentansprüche:

1. Elektro-pneumatische Bremse, insbesondere für Schienenfahrzeuge mit einer Einrichtung zur Bildung eines lastproportionalen Signals zur lastabhängigen Beeinflussung eines Bremsanforderungssignals, das als lastabhängiges pneumatisches Vorsteuersignal ein Relaisventil steuert, welches zwischen einem Vorratsdruckbehälter und wenigstens einem Bremszylinder zur Überwachung des Bremszylinderdruckes geschaltet ist, dadurch gekennzeichnet, daß dem Relaisventil (4) ein Drucksteuerventil (3; 3') in Verbindung mit einem Notbremsventil (2) vorgeschaltet ist, das ein fehlerhaftes Bremsanforderungssignal (C_{v1}) von dem Drucksteuerventil abschaltet, welches bei Anwesenheit des lastproportionalen Signals (T) und bei betätigtem Notbremsventil zur Vermeidung einer Überbremsung bei einer Federspeicherbremse im Bremszylinder (7) eine lastabhängige Restdruckerhaltung und bei einer direkten (aktiven) Bremse im Bremszylinder (7') eine lastabhängige Druckbegrenzung steuert und jeweils bei Ausfall des lastabhängigen Signals (T) eine Vollbremsung einleitet.
2. Elektropneumatische Bremse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das pneumatisch gebildete lastproportionale Signal (T) einerseits an einem Druck-Spannungswandler (1) anliegt, der aus einem elektrischen Bremsanforderungssignal (U) ein stufenloses lastabhängiges pneumatisches Vorsteuerdrucksignal (C_{v1}) bildet und andererseits am Drucksteuerventil (3, 3') anliegt.

909829/0379

3. Elektro-pneumatische Bremse nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Federspeicherbremse bei betätigtem Notbremsventil (2) der Eingang am Drucksteuerventil (3') für das Bremsanforderungssignal (C_{v1}) entlüftet ist.
4. Elektro-pneumatische Bremse nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer direkten (aktiven) Bremse bei betätigtem Notbremsventil (2) der Eingang am Drucksteuerventil (3') für das Bremsanforderungssignal (C_{v1}) an den Vorratsdruckbehälter (9) angeschlossen ist.
5. Elektro-pneumatische Bremse nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in den pneumatischen Weg zwischen dem Eingang (12', 63) am Drucksteuerventil (3; 3') für das Druckenforderungssignal (C_{v1}) und dem Ausgang (18; 85) am Drucksteuerventil zum Relaisventil (4) ein Rückschlagventil geschaltet ist, das bei einer Federspeicherbremse den pneumatischen Weg von dem Ausgang (18) am Drucksteuerventil (3) zu seinem Eingang (12') sperrt und bei einer direkten (aktiven) Bremse den pneumatischen Weg (63-85) in der umgekehrten Richtung sperrt.
6. Elektro-pneumatische Bremse nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Rückschlagventil ein an sich bekannter Dichtungsring (40; 72) mit einem V-förmigen Querschnitt ist, der zwei rückwärtige Dichtungslippen aufweist, von denen die eine eine Rückschlagventilfunktion besitzt.
7. Elektro-pneumatische Bremse nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das lastproportionale Drucksignal (T) einerseits gegen einen federbelasteten Hauptkolben (50; 95) mit einstellbarer Federlast wirkt, der bei Vollast entgegen der Federkraft bis gegen einen Anschlag verschoben ist, und daß das lastabhängige Drucksignal andererseits gegen den einen Kolben (48; 86) eines federbelasteten Stufenkolbens mit einstellbarer Federkraft wirkt, dessen anderer Kolben (35; 82) den Abschluß eines Vorsteuerdruckven-

tils (35, 44; 76, 79) steuert, das in den pneumatischen Weg zwischen dem Eingang (12', 63) für das Druckanforderungssignal (C_{v1}) und dem Ausgang (18, 85) zum Relaisventil (4) geschaltet ist und daß das Rückschlagventil parallel zu dem Vorsteuerdruckventil liegt.

8. Elektro-pneumatische Bremse nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Vorsteuerdruckventil (35, 44; 76, 79) einen den Ventilsitz (44; 76) tragenden Ventilkörper (42; 61) enthält, der in einer vom Schließdruck des Ventils entgegen der Federkraft und durch einen Dichtungsring (40; 72) abgedichteten Gehäuseöffnung (38; 68) axial verschieblich geführt ist, welcher die Rückschlagklappenfunktion aufweist.
9. Elektro-pneumatische Bremse nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei ausbleibendem lastproportionalem Signal (T) der Hauptkolben (50; 95) mit der ihn belastenden Federkraft den Stufenkolben in einer Stellung hält, in der das Vorsteuerventil (35, 44; 76, 79) geöffnet ist.
10. Elektro-pneumatische Bremse nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Fahrzeugleerlast die Druckkraft des lastproportionalen Signals (T) mit der entgegengerichteten Federkraft am Hauptkolben (50, 95) im Gleichgewicht ist.
11. Elektro-pneumatisches Ventil nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Federspeicherbremse der eine der beiden Kolben (35) des Stufenkolbens mit dem Ventilsitz (44) am abgefederten Ventilkörper (42) das Vorsteuerdruckventil (35, 44) bildet.
12. Elektro-pneumatisches Ventil nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer direkten (aktiven) Bremse der eine der beiden vom lastproportionalen

Signal (T) beaufschlagten Kolben (86) des Stufenkolbens (83) von einer Feder (92) beaufschlagt ist, die in Richtung der Signaldruckrichtung auf den Kolben wirkt, daß der andere der beiden Kolben (82) des Stufenkolbens an eine über eine Einstellschraube (62) von außen axial verschiebbliche Ventilbuchse (61) anschließt, die zwischen dem Eingang für das Bremsanforderungssignal und dem Ausgang zum Relaisventil (4) geschaltet ist und ⁱⁿ der ein federbelastetes Ventilrohr (70) in einer inneren Buchsenöffnung (68) axial verschieblich und dicht geführt ist, das einen Flansch (78) besitzt, der mit einem Ventilsitz (76) in der Ventilbuchse das Vorsteuerdruckventil (76, 79) bildet, daß das Innere der Ventilbuchse (61) zwischen zwei Dichtungen (64, 65) an den Eingang (63) für das Bremsanforderungssignal (41) dicht anschließt und daß das den Ventilsitz (76) durchragende Ventilrohr (70) mit dem zugewandten einen Kolben (82) des Stufenkolbens (82, 86) ein Entlüftungsventil bildet, das zwischen der Atmosphäre und dem Ausgang (85) zum Relaisventil (4) geschaltet ist.

Elektro-pneumatische Bremse, insbesondere
für Schienenfahrzeuge

Die Erfindung betrifft eine elektro-pneumatische Bremse, insbesondere für Schienenfahrzeuge mit einer Einrichtung zur Bildung eines lastproportionalen Signals zur lastabhängigen Beeinflussung eines Bremsanforderungssignals, das als lastabhängiges pneumatisches Vorsteuersignal ein Relaisventil steuert, welches zwischen einem Vorratsdruckbehälter und wenigstens einem Bremszylinder zur Überwachung des Bremszylinderdruckes geschaltet ist.

Hierbei kann es sich um ein Federspeicherbremssystem oder um ein direktes oder aktives Bremssystem handeln.

Die lastabhängige Beeinflussung eines Bremssystems ist von besonderer Bedeutung für einen optimalen Bremsvorgang. Hierzu kann ein lastproportionales Signal von einer Luftfederung des Fahrzeuges oder von einer pneumatischen Meßdose gebildet werden, wobei dieses Signal die Bremsanforderung auf der elektrischen Seite der elektro-pneumatischen Bremse beeinflußt.

Es besteht nun das Problem, daß bei Ausfall eines elektrischen, lastabhängigen Bremsanforderungssignals auch bei Leerlast oder Teilbeladung des Fahrzeuges vom Notbremsventil eine Vollbremsung ausgelöst wird, die zu einer Überbremsung des Fahrzeuges mit den bekannten nachteiligen Begleiterscheinungen führt.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Bremse der eingangs genannten Art anzugeben, bei der das vorstehende Problem vermieden wird und daß bei Ausfall des lastproportionalen Signals auch das vollbeladene Fahrzeug noch sicher abgebremst wird.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß dem Relaisventil ein Drucksteuerventil in Verbindung mit einem Notbremsventil vorgeschaltet ist, das ein fehlerhaftes Bremsanforderungssignal von dem Drucksteuerventil abschaltet, welches bei Anwesen-

heit des lastproportionalen Signals und bei betätigtem Notbremsventil zur Vermeidung einer Überbremsung bei einer Federspeicherbremse im Bremszylinder eine lastabhängige Restdruckerhaltung und bei einer direkten (aktiven) Bremse im Bremszylinder eine lastabhängige Druckbegrenzung steuert und jeweils bei Ausfall des lastabhängigen Signals eine Vollbremsung einleitet.

Vorteilhafterweise liegt ein pneumatisch gebildetes lastproportionales Signal einerseits an einem Druckspannungswandler an, der aus einem elektrischen Bremsanforderungssignal ein stufenloses lastabhängiges pneumatisches Vorsteuerdrucksignal bildet und liegt andererseits am Drucksteuerventil an. Bei einer Federspeicherbremse wird bei betätigtem Notbremsventil der Eingang am Drucksteuerventil für das Bremsanforderungssignal entlüftet und bei einer direkten (aktiven) Bremse wird bei betätigtem Notbremsventil der Eingang am Drucksteuerventil für das Bremsanforderungssignal an den Vorratsluftbehälter angeschlossen.

Eine vorteilhafte Ausführung nach der Erfindung besteht weiterhin darin, daß in den pneumatischen Weg zwischen dem Eingang am Drucksteuerventil für das Druckanforderungssignal und dem Ausgang am Drucksteuerventil zum Relaisventil ein Rückschlagventil geschaltet ist, das bei einer Federspeicherbremse den pneumatischen Weg von dem Ausgang am Drucksteuerventil zu seinem Eingang sperrt und bei einer direkten (aktiven) Bremse den pneumatischen Weg in der umgekehrten Richtung sperrt.

Hierbei kann das Rückschlagventil mit Vorteil ein an sich bekannter Dichtungsring mit einem V-förmigen Querschnitt sein, der zwei rückwärtige Dichtungslippen aufweist, von denen die eine eine Rückschlagklappenfunktion besitzt.

Vorteilhafte Ausführungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Merkmalen weiterer Unteransprüche und/oder der nachfolgenden Beschreibung der Erfindung anhand zweier Ausführungsbeispiele, die in Zeichnungen nur schematisch dargestellt sind.

909829/0379

Hierin zeigt:

Figuren 1 und 1a ein elektro-pneumatisches Feder-
speicherbremssystem nach der Er-
findung und

Figuren 2 und 2a ein elektro-pneumatisches direktes
oder aktives Bremssystem nach der
Erfindung

Fig. 1a zeigt den pneumatischen Teil einer stufenlos arbeitenden elektro-pneumatisch betätigten Federspeicherbremse für Schienenfahrzeuge mit einem analogen Druck-Spannungswandler 1, einem Notbremsventil 2, einem Druckbegrenzungsventil 3, einem Relaisventil 4, einem Luftfederbalg 5, stellvertretend für ein nicht näher dargestelltes Luftfederbalgsystem zwischen dem Fahrzeugrahmen 6 und den Radachsen, einem Federspeicherbremszylinder 7 zum Abbremsen eines Rades 8 und einem Vorratsdruckbehälter 9.

Der hier nicht näher dargestellte, über eine Luftleitung 10 an den Vorratsdruckbehälter 9 angeschlossene Analogwandler 1 wandelt entsprechend einer gewählten Wandler-Charakteristik ein lastabhängiges Bremsanforderungssignal als eine Eingangsspannung U in einen zugeordneten Vorsteuerdruck C_{v1} analog (praktisch stufenlos) um, der über eine Luftleitung 11 an das Notbremsventil 2 angeschlossen ist, das in der gezeigten einen Schaltstellung die Luftleitung 11 an eine Luftleitung 12 anschließt, die an den einen Eingang 12' des Druckbegrenzungsventils 3 geführt ist. In der anderen Schaltstellung des Notbremsventils ist die Luftleitung 11 abgesperrt und die Luftleitung 12 entlüftet. Das Notbremsventil 2 ist in Fig. 1 nur schematisch als ein Magnetventil dargestellt, das den Anschluß des Druckbegrenzungsventils 3 an den Analogwandler 1 unterbricht und dabei die Luftleitung 12 an Null anschließt, wenn in der Regelelektronik der elektro-pneumatischen Steuerung eine Störung auftritt und damit das lastabhängige Bremsanforderungssignal unrichtig ist.

Das Relaisventil 4 hat die Aufgabe, im Bremszylinder 7 den erforderlichen Luftdruck C einzustellen. Mit steigendem C -Druck im Bremszylinder 7 wird die Bremse zunehmend gelöst. Mit fallendem C -Druck wird die Bremskraft durch die Kraft der Feder 13 zunehmend erhöht. Eine Vollbremsung wird erreicht, wenn der C -Druck auf Null liegt. Die Bremse ist voll gelöst, wenn durch den C -Druck der Kolben 14 entgegen der Kraft der Feder 13 gegen seinen Anschlag 15 gedrückt wird.

Zur Steuerung des C -Druckes im Bremszylinder 7 ist dieser über eine Luftleitung 15 an das Relaisventil 4 angeschlossen. Außerdem ist das Relaisventil 4 über eine Zweiglufteleitung 16 an den Vor-

ratsdruckbehälter 9 und über eine Luftleitung 17 an den zweiten Eingang 18 des Druckbegrenzungsventils angeschlossen. Schließlich ist der Federbalg 5 über eine Luftleitung 19 an einen dritten Eingang 20 des Druckbegrenzungsventils geschaltet.

Das Relaisventil 4 umfaßt ein Rohr 21 mit einem Kolben 22, der einen Ventilraum in eine erste, an die Luftleitung 17 angeschlossene Kammer 23 und eine zweite, an die Luftleitung 15 angeschlossene Kammer 24 unterteilt. Die Kammer 24 ist durch eine Gehäusewandung 25 von einer weiteren Kammer 26 getrennt, die an die Luftleitung 16 angeschlossen ist. In der Gehäusewandung 25 befindet sich eine zentrische, als äußerer Ventilsitz 26' eines Doppelventils ausgebildete Öffnung mit einem weiteren Durchmesser als das zentrisch zur Öffnung gehaltene Rohr 21, dessen oberer Öffnungsrand einen inneren Ventilsitz 27 bildet. In der Kammer 26 ist eine Ventilplatte 28 gehalten, die in Abschußrichtung des Doppelventils von einer Feder 29 belastet ist. Das Rohr 21 ist druckdicht durch eine die Kammer 23 abschließende Öffnung geführt. Im drucklosen Zustand liegt die Ventilplatte 28 auf dem äußeren Ventilsitz 26 auf, wodurch die Kammer 26 von der Kammer 24 abgeschlossen ist. Ist der Bremszylinder voll entlüftet, so ist das Rad 8 durch die Kraft der Bremszylinderfeder 13 maximal eingebremst. Um die Bremse zu lösen, wird die Kammer 23, wie nachstehend noch näher beschrieben wird, über die Luftleitung 17 mit Druckluft beaufschlagt. Hierbei wird der Kolben 22 in der Zeichnung nach oben verschoben, wobei die Ventilplatte von dem äußeren Ventilsitz 26 abgehoben wird. Gleichzeitig wird der innere Ventilsitz 27 von der Ventilplatte abgeschlossen. Über den geöffneten Ventilsitz 26 gelangt R-Druckluft aus dem Vorratsbehälter 9 über die Luftleitung 16, die Kammern 26 und 24 und die Luftleitung 15 in den Bremszylinder 7, wobei der Kolben 14 entgegen der Feder 13 in Löserichtung verschoben wird. Wenn der C-Druck im Bremszylinder, der auch in der Kammer 24 herrscht, gleich dem über die Leitung 17 eingesteuerten C_{v2} -Druck in der Kammer 23 ist, schließt die Ventilplatte 28 den äußeren Ventilsitz 26 und unterbricht dabei die Verbindung des Vorratszylinders 9 zum Bremszylinder 7. Wird der C_{v2} -Druck in der Kammer 23 erniedrigt, wird der Kolben 22 von dem überwiegenden C-Druck in der Kammer 24

909829/0379

gemäß der Zeichnung nach unten gedrückt, wobei der innere Ventil-sitz 27 von der Ventilplatte 28 freikommt und Luft über das Rohr 21, die Kammer 24 und die Leitung 15 aus dem Bremszylinder ins Freie abgezapft wird, bis sich wieder ein Druckgleichgewicht in den Kammern 23, 24 des Relaisventils eingestellt hat.

Von den Federbälgen, von denen in Fig. 1 nur einer dargestellt ist, wird an die Leitung 19 ein sogenannter T-Druck abgegeben, der dem jeweiligen Lastgewicht des Fahrzeuges entspricht.

Das zwischen das Notbremsventil 2 und das Relaisventil 4 geschaltete Druckbegrenzungsventil 3 hat bei einer Notbremsung die Aufgabe, den C_{v2} -Druckanstieg in der Kammer 23 des Relaisventils abhängig von der Höhe des T-Druckes in der Leitung 19 zu beenden.

Wird auf Grund einer Störung in der elektro-pneumatischen Bremssteuerung das Notbremsventil 2 zur Entlüftung der Luftleitung 12 geschaltet und damit eine Schnell- bzw. Notbremsung eingeleitet, dann soll das Druckbegrenzungsventil 3 den C_{v2} -Druck in der Kammer 23 des Relaisventils nur bis auf einen von der Fahrzeugbelastung abhängigen Restdruck absenken, damit das Fahrzeug jeweils in Abhängigkeit von seiner Beladung abgebremst und keine Überbremsung eingeleitet wird. Dabei soll jedoch sichergestellt sein, daß eine ungewollte Erhöhung des abgesperrten C_{v2} -Druckes im Relaisventil nicht zu einem Lösen der Bremse führt. Schließlich soll bei einem Ausfall des T-Druckes auf Grund einer Störung in dem Luftfederbalgsystem das Druckbegrenzungsventil 3 den abgesperrten C_{v2} -Druck im Relaisventil entlüften, so daß nunmehr unabhängig von der jeweiligen Beladung des Fahrzeuges eine Vollbremsung mit maximaler Bremskraft eingeleitet werden kann.

Nach Fig. 1a besteht das Druckbegrenzungsventil 3 aus einer ersten entlüfteten Kammer 30 mit einer Federplatte 31, die sich an einer von außen zu betätigenden Stellschraube 32 abstützt. Die Platte 31 ist von zwei in bestimmter Weise vorgespannten Federn 33, 34 belastet, die sich an einem ersten Kolben 35 abstützen, der die erste

Kammer 30 von einer zweiten Kammer 35' abteilt, welche über den schon erwähnten Anschluß 18 an die C_{v2} -Luftleitung 17 angeschlossen ist. Die zweite Kammer 35' wird durch eine erste, feste Gehäusewand 36 von einer dritten Kammer 37 getrennt, welche über den Anschluß 12' an die C_{v1} -Luftleitung 12 angeschlossen ist. Die für den ersten Kolben als ein Anschlag dienende Gehäusewandung 36 besitzt eine zentrale Öffnung 38 mit einer inneren Ringnut 39 zur Aufnahme eines an seinem Innenumfang dichtenden Dichtungsringes 40, der eine noch zu erläuternde Rückschlagklappenfunktion besitzt. Die Ringnut 39 besitzt eine Öffnung 41 zur Kammer 35'. Der Dichtungsring 40 liegt am Außenumfang eines rohrförmigen Ventilkörpers 42 dicht an, der in der Öffnung 38 gegen die Kraft einer Feder 43 druckdicht verschieblich ist, die in der dritten Kammer 37 abgestützt ist. Im drucklosen Zustand des Druckbegrenzungsventils 3 ist der Ventilkörper 42 durch die Feder 43 bis auf einen Anschlag am Ventilkörper 42 in der Zeichnung nach links verschoben, wobei das einen Ventilsitz 44 bildende eine Ende des rohrförmigen Ventilkörpers 42 in die zweite Kammer 35' hineinragt.

An dem Kolben 35 befindet sich eine zentrale Kolbenstange 45, die den rohrförmigen Ventilkörper 42 mit Spiel und eine feste Gehäusewandung 46 druckdicht durchragt, die die dritte Kammer 37 von einer vierten entlüfteten Kammer 47 trennt. Die vierte Kammer 47 ist von einem zweiten Kolben 48 begrenzt, der an der Kolbenstange 45 fest ist, so daß die Kolben 35 und 48 mit der gemeinsamen Kolbenstange 45 einen gestuften Doppelkolben bilden. Das über den zweiten Kolben 48 hinausragende Ende 49 der Kolbenstange weist auf einen dritten Kolben 50. Zwischen den beiden Kolben 48 und 50 ist eine fünfte Kammer 51 begrenzt, die über den schon erwähnten Eingang 20 an die Luftleitung 19 angeschlossen ist. Der dritte Kolben 50 ist zwischen zwei Anschlägen 52, 52' einer sechsten entlüfteten Kammer 53 verschieblich. Dabei stützen sich an dem dritten Kolben 50 zwei Federn 54, 55 ab, die über eine Ventilplatte 56 in bestimmter Weise vorgespannt sind, an welcher eine von außen zu betätigende Einstellschraube 57 angreift.

Der auf den dritten Kolben 50 einwirkende Federsatz 54, 55 ist etwas stärker eingestellt als der auf den ersten Kolben 35 einwirkende Federsatz 33, 34, so daß im drucklosen Zustand der Kolbensatz 35, 48 wie dargestellt nach links geschoben wird. Der Kolben 35 ist dabei vom Sitz 44 des Ventilkörpers 42 abgehoben, der mit einer für die Ventildichtkraft erforderlichen Federkraft von der Feder 43 auf Anschlag gedrückt ist, wie Fig. 1a verdeutlicht.

Das Druckbegrenzungsventil 3 arbeitet wie folgt:

Beim erstmaligen Füllvorgang wird beim Anschluß an den Luftfederdruck T über die Leitung 19 und den Ventileingang 20 der Raum 51 zwischen den Kolben 48 und 50 mit Druck beaufschlagt. Die Druckkraft des Federsatzes 54, 55 ist über die Einstellschraube 57 derart eingestellt, daß bei Anschluß des Luftfederdruckes T_{leer} (bei Leerlast) die Federkräfte auf den Kolben 50 und die entgegengerichtete Druckkraft T_{leer} sich im Gleichgewicht befinden. Die Kraft vom Federsatz 33, 34 überwiegt gegen die pneumatische Kraft am Kolben 48, so daß der Kolbensatz 35, 48, den Kolben 50 gegen den Federsatz 54, 55 nach rechts drückt. Kolben 35 liegt dabei mit seiner Ventilsitzebene an seinem rechten Anschlag an der Gehäusewand 36 und drückt den Ventilkörper 42 gegen die Kraft der Ventilfeeder 43 nach rechts.

Wird das Ventil 3 bei Leerlast erstmalig mit einem C_{v1} -Druck aus der Leitung 12 beaufschlagt, dann wird zunächst die Ventilkammer 37 gefüllt. Hierbei gelangt Druckluft über die innere Bohrung 42' in dem Ventilkörper 42 und die Ringnut 39 für den im Querschnitt schwalbenschwanzförmigen Dichtungsring 40 nach Überwindung der Gegenkraft der rechten der beiden elastischen Dichtlippen des Ringes über die Öffnung 41 in die Kammer 35'. In dem relativ kleinen Volumen für die C_{v2} -Luft steigt der Druck in der Kammer 35' mit einer kleinen Differenz zum C_{v1} -Druck in der Kammer 37 an. Nach Erreichen eines bestimmten Druckwertes für C_{v2} wird der Kolbensatz 35, 48 gegen die Kraft der Federn 33, 34 vom Sitz 44 abgehoben. Der Kolben 50 bleibt bei unveränderter

Leerlast entsprechend seiner Gleichgewichtslage stehen. Der Ventilkörper 42 wird von der Feder bis auf Anschlag nach links verschoben. Über den offenen Ventilsitz 44 besteht eine ungehinderte Verbindung zwischen den beiden Kammern 37 und 35' beziehungsweise zwischen den Luftleitungen 12 und 17. Mit steigendem C_{v1} -Druck wird der Kolben 35 bei maximaler Ventilöffnung bis an einen linken Anschlag verschoben. Die Druckluft gelangt über den geöffneten Ventilsitz 44 und die Luftleitung 17 in die Kammer 23 des Relaisventils, wodurch der Kolben 22 angehoben und der Ventilsitz 26' geöffnet wird, so daß R-Luft aus dem Vorratsbehälter 9 solange in den Bremszylinder 7 strömt, bis sich im Bremszylinder und damit auch in der Kammer 24 des Relaisventils ein Druck aufgebaut hat, der im Gleichgewicht ist mit dem in die Kammer 23 eingesteuerten C_{v2} -Druck. Je nach dem eingesteuerten C-Druck im Bremszylinder ist die Bremse mehr oder weniger gelöst.

Wird bei einem Fahrzeug bei Leerlast eine Betriebsbremsung vorgenommen, dann wird über den Analogwandler 1 der C_{v1} -Druck in der Leitung 11, 12 bis auf einen lastrichtigen Endwert abgesenkt. Der hierdurch sich verringernde Druck in den Kammern 35' und 37 führt dazu, daß sich der Kolbensatz 35, 48 nach rechts bewegt. Es bildet sich ein neues Druckgleichgewicht zwischen dem C_{v2} - und dem C_{v1} -Druck. Die Kraft des Federsatzes 33, 34 ist so gewählt, daß es zu keiner Dichtwirkung zwischen dem Ventilkörper 42 und dem Kolben 35 kommt. Auf diese Weise ist bei Wiederanstieg des C_{v1} -Druckes zum Lösen der Bremse von Anfang an der Weg über den Ventilsitz offen.

Wenn innerhalb der Regelelektronik der elektro-pneumatischen Bremse ein Fehler auftritt, demzufolge lastunrichtige Bremssignale U an den Wandler 1 abgegeben werden, wird das Notbremsventil 2 geschaltet, das die Luftleitung 12 entlüftet, so daß der C_{v1} -Druck auf Null geht. Hierdurch bewegt sich der Kolbensatz 35, 48 nach rechts und der Kolben 35 verschließt den Sitz 44 am Ventilkörper 42, nachdem der C_{v2} -Druck geringfügig unter den lastrichtigen Wert gefallen ist. Bei der gegebenen Abschlußstellung des Kolbens 35

findet zwischen der Kolbenstange 47, 49 und dem Kolben 50 noch keine Berührung statt. Ein bestimmter C_{v2} -Druck ist damit durch das vom Kolben 35 geschlossene Ventil abgesperrt mit dem Ergebnis, daß auch im Bremszylinder ein entsprechender C-Druck eingesperrt bleibt. Hierdurch wird das Fahrzeug bei Leerlast durch eine vom Notbremsventil 2 eingeleitete Schnellbremsung nicht überbremst.

Ist das Fahrzeug voll beladen, ist der Kolben 50 im Unterschied zum Leergewicht gegen die Kraft der Federn 54, 55 bis auf seinen rechten Anschlag 52' verschoben. Die Kraft auf den Kolben 48 ist gerade so groß wie die entgegengerichtete Kraft der Federn 33, 34 kurz vor Abschluß des Ventils 42. Somit bleibt unabhängig von der Art der Betriebsbremsung einschließlich einer Schnellbremsung mit dem Druck $C_{v1} = 0$ eine Verbindung zwischen der C_{v1} -Leitung 12 und der C_{v2} -Leitung 17 bestehen und bei einer solchen Bremsung wird jeweils ein von der Fahrzeuglast abhängiger restlicher C_{v2} -Druck durch das Druckbegrenzungsventil abgesperrt, so daß der vollen Bremskraft des Bremskolbens ein entsprechender lastabhängiger C-Druck im Bremszylinder entgegenwirkt.

Sinkt aber auf Grund einer Störung der T-Druck der Luftfederbälge auf Null, so wird vom Notbremsventil, wie bei einer Störung in der Regelelektronik der elektropneumatischen Bremssteuerung, die C_{v1} -Leitung 12 entlüftet. Da der Federsatz 54, 55 jedoch, wie gesagt, geringfügig stärker ist als der Federsatz 33, 34, wird der Kolben 35 vom Kolben 50 in seiner Öffnungsstellung gehalten, so daß nunmehr unabhängig von der Fahrzeuglast die Verbindung zwischen den Leitungen 12 und 17 offen bleibt und der C_{v1} - und der C_{v2} -Druck auf Null abgebaut werden. Das hat zur Folge, daß bei einer Störung im Luftfederbalgsystem das Fahrzeug unabhängig von der Fahrzeugbelastung mit voller Bremskraft gebremst wird. Man nimmt hier aus Sicherheitsgründen bewußt in Kauf, daß bei einer solchen Situation ein leeres Fahrzeug erheblich überbremst werden kann. Gegen ein solches Überbremsen mit blockierten Rädern ist jedoch in aller Regel eine Gleitschutzeinrichtung vorgesehen, die hier nicht beschrieben ist und die das Blockieren der Fahrzeugräder verhindert. Der hierdurch bedingte, verlängerte

909829/0379

Bremsweg wird in Kauf genommen, weil eine Blockiergefahr der Räder mit dem Grad der Besetzung des Fahrzeuges also der Anzahl der zu schützenden Personen abnimmt und weil der durch Eingreifen einer Gleitschutzregelung verlängerte Bremsweg nicht länger ist als bei einer Bremsung gegen einen abgesperrten C_{v2} -Druck im Relaisventil.

Durch das Druckbegrenzungsventil 3 ist im übrigen sichergestellt, daß eine Druckerhöhung des abgesperrten C_{v2} -Druckes auf Grund einer Fremdeinspeisung durch Undichtigkeiten oder auf Grund thermischer Kompression nach einem raschen C_{v2} -Druckabfall nicht zu einem Lösen der Bremse führt, da eine C_{v2} -Druckerhöhung zu einem Öffnen des Ventils 42 führt und somit C_{v2} -Luft abgespeist wird.

Wegen dieser Abspeisungsmöglichkeit der C_{v2} -Luft muß allerdings zwischen den Kammern 35' und 37 ein Rückschlagventil vorhanden sein, dessen Funktion im Beispielsfalle von dem Dichtungsring 40 übernommen wird. Es ist besonders vorteilhaft, den Dichtungsring 40 mit als Rückschlagventil auszubilden, weil dieser zur Abdichtung des abgefederten Ventilkörpers 42 ohnehin vorhanden sein muß. Ein nicht abgefederter Ventilkörper⁴² würde zu einem erheblichen Verschleiß der Dichtflächen am Kolben 35 führen.

Der Zeitverlust, der dadurch beim Lösen der Bremse nach einer Schnellbremsung entsteht, weil zum Lösen zuerst die Schaltschwelle des Rückschlagventils überwunden werden muß, wird bewußt in Kauf genommen, da die Bremssicherheit Vorrang vor einem solchen Zeitverlust hat.

Fig. 2, 2a zeigt im Gegensatz zu Fig. 1, 1a eine direkt wirkende elektropneumatische Bremse für Schienenfahrzeuge. Einzelteile in Fig. 2, 2a die mit Fig. 1, 1a funktionell übereinstimmen, sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Unterschiedlich gegenüber Fig. 1, 1a sind in Fig. 2, 2a vor allem der Bremszylinder 7' und das lastabhängige Druckbegrenzungsventil 3'. Beim Bremszylinder 7' wird der Kolben 14 von einem pneumatischen C-Druck entgegen der Kraft einer Lösefeder 13 in die Bremsstellung gedrückt. Durch Abbau des C-Druckes wird der Kolben 14 von der Feder 13 in seine Lösestellung bewegt. Während bei der Federspeicherbremse nach Fig. 1 das vom

Analogwandler gebildete pneumatische Bremsanforderungssignal C_{v1} umgekehrt proportional der Bremskraft ist, ist bei der direkten Bremse nach Fig. 2 das entsprechende pneumatische Bremsanforderungssignal proportional der Bremskraft. Die Funktion des Analogwandlers 1, des Relaisventils 4 und des Luftfederbalgsystems 5 sind in beiden Ausführungsbeispielen nach Fig. 1 und 2 im wesentlichen gleich. Wird das Notbremsventil geschaltet, so ist die C_{v1} -Leitung 12 nicht entlüftet, sondern an den Vorratsbehälter 9 angeschlossen. Zum Verständnis des Ausführungsbeispiels nach Fig. 2 bedarf es daher nur noch der Beschreibung des Aufbaues und der Arbeitsweise des lastabhängig arbeitenden Druckbegrenzungsventils 3'. Dieses besteht nach Fig. 2a aus einem Ventilgehäuse mit einer ersten Kammer 60, in der eine Ventilbuchse 61 mittels einer von außen zu betätigenden Einstellschraube 62 axial verschieblich angeordnet ist. Die Kammer 60 besitzt einen ersten Eingang 63 zum Anschluß der C_{v1} -Luftleitung 12, die der C_{v1} -Luftleitung 12 in Fig. 1 entspricht. Der Eingang 63 liegt zwischen zwei Dichtungsringen 64, 65, die einen Ringraum 66 zwischen den Dichtungsringen, der Kammer 60 und der Ventilbuchse 61 abdichten. In der Ventilbuchse 61 befindet sich ein fester Innenwandabschnitt 67, der zentrisch eine zylindrische Ausnehmung 68 besitzt, durch die das offene Ende 69 eines Ventilrohres 70 axial verschieblich geführt ist. Zur Abdichtung des Ventilrohres 70 in der zylindrischen Ausnehmung 68 weist diese eine umlaufende Ringnut 71 zur Aufnahme eines Dichtungsringes 72 mit Rückschlagklappenfunktion ähnlich dem Dichtungsring 40 in Fig. 1 auf, auf die noch näher eingegangen wird. Der Innenwandabschnitt 67 mit dem in seiner Ausnehmung 68 dicht verschieblichen Ventilrohrende 69 teilt den Innenraum der Ventilbuchse in zwei Kammern 73 und 74, wobei das Ventilrohrende 69 in die Kammer 73 ragt, während die Kammer 74 wenigstens eine Öffnung 75 zum Ringraum 66 besitzt. Die Ringnut 71 ist einseitig über eine Öffnung 71' an die Ventilbuchsenkammer 74 angeschlossen.

909829/0379

Die Ventilbuchsenkammer 74 besitzt eine als Ventilsitz 76 ausgebildete zentrale Öffnung 77, durch die das Ventilrohr 70 mit Spiel geführt ist. Innerhalb der Ventilbuchsenkammer 74 besitzt das Ventilrohr 70 einen Außenflansch 78 mit einer dem Ventilsitz 76 zugewandten Dichtfläche 79, die mit dem Ventilsitz 76 ein Ventil 76, 79 bildet. An die Öffnung 77 der Ventilbuchse 61 schließt ein rohrförmiger Ansatz 80 an, der mit seinem freien Ende 81 innerhalb einer Kolbenausnehmung 82' an den größeren Kolbenquerschnitt 82 eines Stufenkolbens 83 dicht

anschließt. Zwischen dem Dichtungsring 65 der Ventilbuchse 61 und dem größeren Kolbenquerschnitt 82 ist eine Kammer 84 begrenzt, die über einen Eingang 85 an die C_{v2} -Luftleitung 17 angeschlossen ist, welche der C_{v2} -Luftleitung 17 in Fig. 1 entspricht. Der Gehäuseraum 87 zwischen dem größeren und dem kleineren Kolbenquerschnitt des Stufenkolbens 83 ist über eine Öffnung 88 entlüftet. Der Stufenkolben 83 besitzt eine Bohrung 89, die an einen zentralen Ventilsitz 90 im größeren Kolbenquerschnitt 82 anschließt und über eine seitliche Anschlußbohrung 91 mit dem entlüfteten Ventilraum 87 in Verbindung steht. Der kleinere Kolbenquerschnitt 86 des Stufenkolbens 83 ist von einer Feder 92 belastet, die sich an einer inneren Ventilgehäuseschulter 93 abstützt.

An dem kleineren Kolbenquerschnitt 86 des Stufenkolbens 83 sitzt ein zentraler Stößel 94, der in Richtung auf einen zweiten Kolben 95 weist. Zwischen dem kleineren Kolbenquerschnitt des Stufenkolbens 83 und dem zweiten Kolben 95 ist eine Kammer 96 eingeschlossen, die über einen Eingang 96' an die T-Luftleitung 19 anschließt, welche der T-Luftleitung 19 in Fig. 1 entspricht. Der zweite Kolben 95 ist von einer Feder 97 belastet, die sich an einem Federteller 98 in einer entlüfteten Ventilkammer 99 abstützt. Gegen den Federteller 98 drückt eine Einstellschraube 100, über die von außen die auf den Kolben 95 wirkende Federkraft einstellbar ist.

Das Ventilrohr 70 weist innerhalb seines offenen Endes 69 eine innere Schulter 101 auf, an der sich eine Feder 102 innerhalb der Ventilbuchse 61 abstützt und das Ventilrohr 70 in Schließrichtung des Ventils 76, 79 belastet. Das geschlossene Ende 103 bildet mit dem Ventilsitz 90 im größeren Querschnitt 82 des Stufenkolbens 83 ein weiteres Ventil 90, 103.

Der an der Ventilbuchse 61 vorhandene rohrförmige Ansatz 80, in dem das Ventilrohr frei beweglich verschieblich ist, besitzt wenigstens eine Öffnung 104, die die an die C_{v2} -Luftleitung 17 angeschlossene Kammer 84 entweder über das geöffnete Ventil 76, 79, die Ventilbuchsenkammer 74, die Öffnung 75 und den Ringraum 66 mit dem Eingang 63 an die C_{v1} -Luftleitung 12 oder über das geöffnete Ventil 90, 103, die Bohrungen 89, 91, den Gehäuseraum 87 und die Öffnung 88 an Atmosphäre anschließt. Das Ventilrohr 70

besitzt eine seitliche Austrittsöffnung 105, über die und das hohle Ventilrohr 70 die Kammer 73 an den Innenraum des rohrförmigen Ansatzes 80 an der Ventilbuchse 61 angeschlossen ist, wodurch die Kammer 73 ständig mit der Kammer 84 in Verbindung steht. Durch Drehen an der Einstellschraube 62 bei gleichzeitigem axialen Verschieben der sich auf den Stufenkolben 83 abstützenden Ventilbuchse 61 nach links läßt sich die Feder 95 vorspannen, die den Stufenkolben in Schließrichtung des Ventils 90, 103 und in Öffnungsrichtung des Ventils 76, 79 belastet.

Beim Anschluß der Luftleitung 19 an den Ventileingang 96 wird die Ventilkammer 96 von dem Luftfederdruck T (entsprechend dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1) beaufschlagt. Die Feder 97 ist über die Einstellschraube 100 derart vorgespannt, daß bei einem Luftfederdruck T bei belastetem oder unbelastetem Fahrzeug der Kolben 95 nicht am Stößel 94 des Stufenkolbens 83 anliegt. Fällt jedoch der Luftfederdruck T auf Grund einer Störung des Federbalgsystems 5 auf Null, so wirkt über den Kolben 95, unterstützt von der Feder 92, eine Kraft auf den Stößel 94, durch die das Ventil 76, 79 auch gegen den maximalen C_{v1} -Druck in der Kammer 84 in Öffnungsstellung bleibt, so daß der maximale C_{v2} -Druck im Relaisventil 23 und damit der maximale C-Druck im Bremszylinder erhalten wird.

Solange also der Luftfederdruck T eines funktionierenden Luftfederbalgsystems in der Kammer 96 ansteht, ist der Einfluß des Kolbens 95 auf den Stufenkolben 83 ausgeschaltet. Auf den kleineren Kolbendurchmesser 86 des Stufenkolbens wirkt damit nur der Luftfederdruck T unterstützt von der Kraft der Feder 92.

Bei Anschluß der Luftleitung 19 für die T-Luft ist somit das Ventil 76, 79 aufgesteuert, so daß eine Verbindung zwischen der Leitung 12 und der Leitung 17 besteht. Wird die Leitung 12 mit C_{v1} -Luft beaufschlagt, die dem Bremsanforderungssignal am Analogwandler entspricht, dann gelangt die Luft über den Eingang 63, den Ringraum 66, die Öffnung 75, die Kammer 74, den offenen Ventilsitz 76, das Rohr 77, die Öffnung 104 und die Kammer 84 in die Leitung 17. Bei einer normalen Betriebsbremsung reicht der C_{v1} -Druck in der Kammer 84 nicht aus, um den Stufenkolben 83 entgegen der Kraft der

909829/0379

Feder 92 und dem T-Druck in der Kammer 96 in Schließrichtung des Ventils 76, 79 zu bewegen.

Wird durch das Schnellbremsventil 2 eine Notbremsung ausgelöst, weil das lastabhängige Bremsanforderungssignal U am Analogwandler 1 fehlerhaft ist, dann wird die Druckluft des Vorratsluftbehälters 9 an die Leitung 12 angeschlossen. Damit dabei der Bremszylinder 7 jedoch nicht mit dem vollen Bremsdruck beaufschlagt, sondern lastproportional abgebremst wird, um ein Überbremsen vor allem bei der Leerlast zu vermeiden, wird der Doppelkolben 83 in Abhängigkeit von dem T-Druck in der Kammer 96 bei einem bestimmten Druck in der Kammer 84 in Schließrichtung des Ventils 76, 79 bewegt. Bei geschlossenem Ventil 76, 79 ist eine weitere Druckerhöhung in der Leitung 17 nicht mehr möglich, so daß der Bremszylinder auch nur mit einem gegenüber dem maximalen Bremsdruck begrenzten Bremsdruck beaufschlagt wird, dessen Höhe von der Fahrzeuglast abhängt.

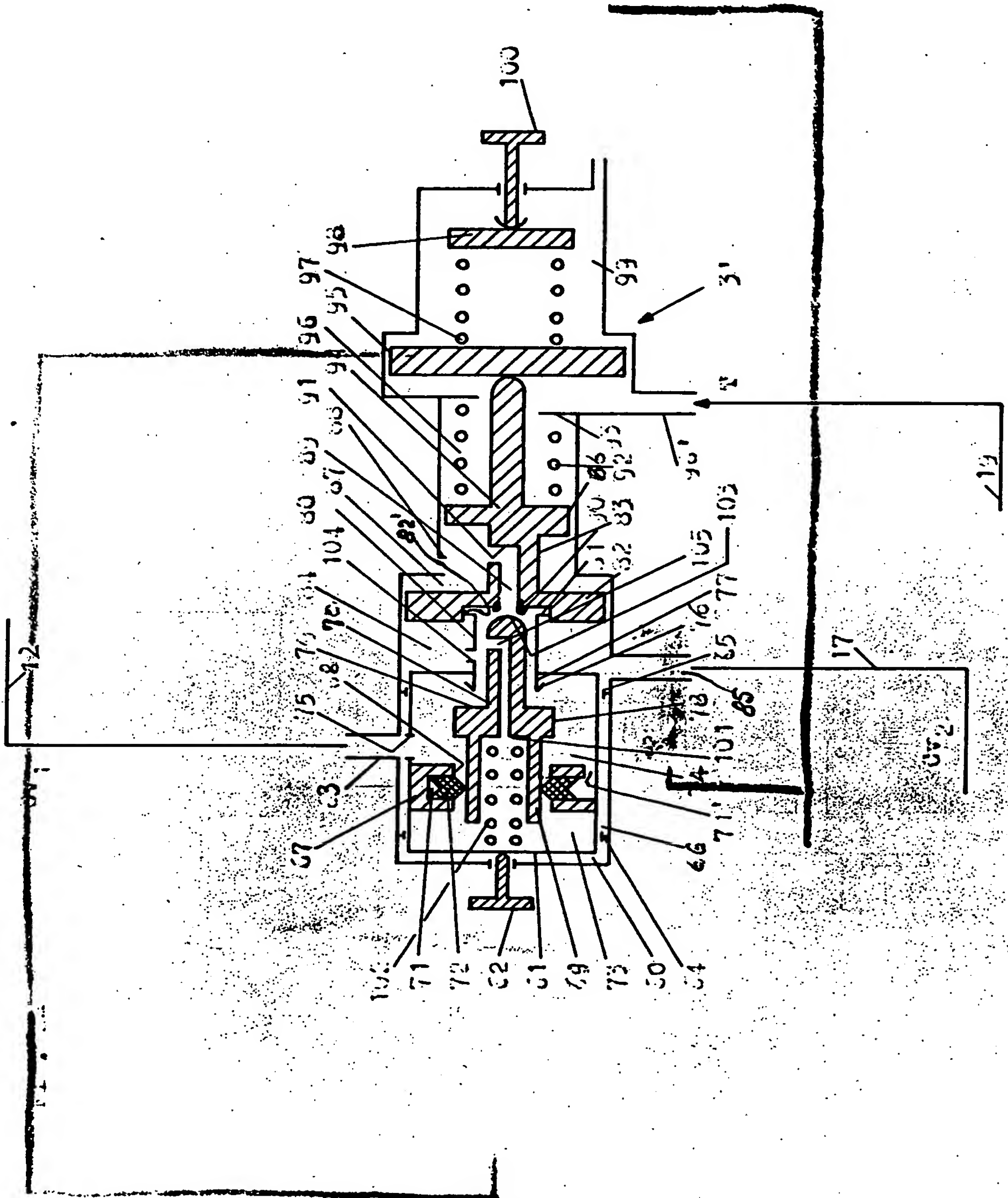
Wird der C_{v1} -Druck in der Leitung 12 zum Lösen der Bremse abgesenkt, so sinkt der Druck in der Kammer 74 gegenüber dem Druck in der Kammer 84, der über das hohle Ventilrohr 70 auch in der Kammer 73 herrscht. Hierdurch vermag Luft aus der Kammer 73 über den Dichtungsring 72 und die Öffnung 71 in die Kammer 74 zu strömen, wobei die Rückschlagfunktion des bekannten Dichtungsringes 72 wirksam wird. Eine umgekehrte Verbindung zwischen der Kammer 74 und der Kammer 73 über den Dichtungsring 72 besteht jedoch nicht. In dem Maße, wie C_{v2} -Luft aus der Kammer 73 in die Kammer 74 abgespeist wird, sinkt auch der Druck in der Kammer 84 bis zu einem bestimmten Betrag, bei dem der Doppelkolben 83 von der Feder 92 und dem T-Druck in Öffnungsrichtung des Ventils 76, 79 verschoben wird.

Bei dieser Bewegung des Doppelkolbens bleibt das Ventil 90, 103 unter der Kraft der relativ schwachen Feder 102 geschlossen.

Kommt es zu einer ungewünschten Druckerhöhung in der Leitung 17, ohne daß eine Abspeisung von C_{v2} -Luft in die C_{v1} -Luftleitung 12 möglich ist, sofern der Druck in der D_{v1} -Luftleitung höher ist als der C_{v2} -Druck in der Kammer 84, dann erfolgt ein Abspeisen von C_{v2} -Luft nach Null durch Öffnen des Ventils 90, 103. Hierbei wird der Doppelkolben 81 in Öffnungsrichtung des Ventils 90,

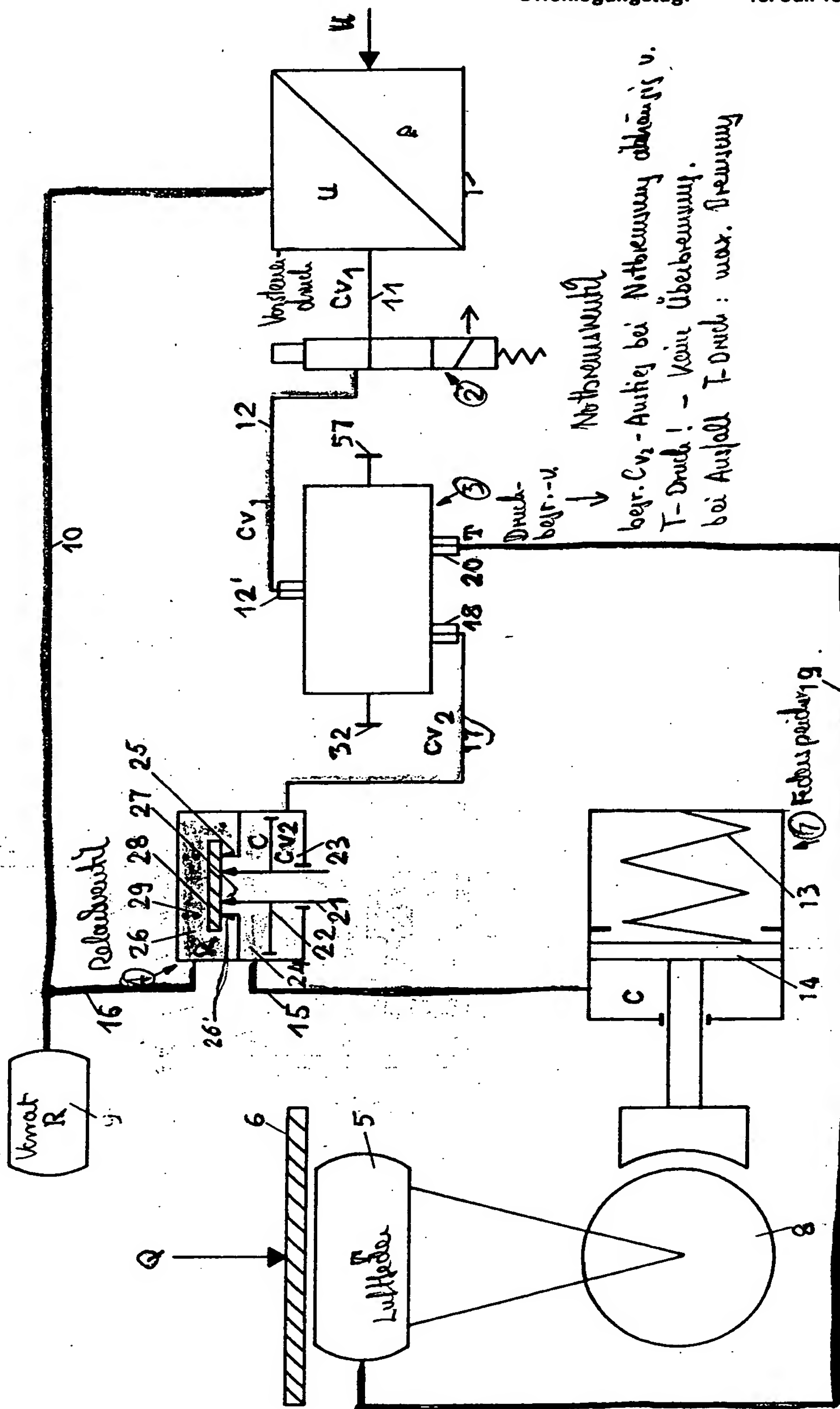
103 verschoben. Eine solche unerwünschte Druckerhöhung der C_{v2} -Luft kann durch Fremdeinspeisung, also z.B. durch Undichtigkeiten des Ventilsitzes 76, 79 oder auch durch thermische Kompression möglich sein.

Sinkt die T-Luft in der Leitung 19 auf Grund einer Störung in dem Federbalgsystem auf Null, dann wird die Feder 97 wirksam, die den Stufenkolben 83 in Öffnungsrichtung des Ventils 76, 79 verschiebt. Das Druckbegrenzungsventil 3' ist damit außer Funktion gesetzt und der volle Druck aus der Leitung 12 bei eingeleiteter Schnellbremsung wird an die Leitung 17 abgegeben, wodurch der Bremszylinder mit maximaler Bremskraft beaufschlagt wird, unabhängig davon, ob das Fahrzeug beladen oder unbeladen ist. Wie schon bei der Beschreibung der Fig. 1, 1a erwähnt, nimmt man bewußt aus Sicherheitsgründen in Kauf, daß das leere Fahrzeug bei ausfallendem T-Druck überbremst wird. Andererseits ist sichergestellt, daß ein voll beladenes Fahrzeug ausreichend stark abgebremst wird.



909829 / 0379

Fig. 1



Notbremseventil
bepr. C_{v2} - Ausstieg bei Notbremsung abhängig v.
T-Druck! - keine Überbremsung.
bei Ausfall T-Druck: max. Bremsung